

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИОДНО-НАКАЧИВАЕМОГО Nd:YVO₄ ВКР-ЛАЗЕРА С ПОГЛОЩЕНИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ИОНАМИ НЕОДИМА НА ВЕРХНЕМ ЛАЗЕРНОМ УРОВНЕ

С. В. Войтиков, В. И. Дашкевич, В. А. Орлович

Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: s.voitikov@dragon.bas-net.by

В некоторых кристаллах длины волн излучения, поглощаемого атомами-активаторами на верхнем лазерном уровне, очень близки к длине волны стимулированно испускаемого излучения [1–4]. Примерами таких кристаллов являются Nd:YVO₄ и Nd:GdVO₄, генерирующие на длине волны вблизи 1342 нм [2, 3]. При этом сечение поглощения составляет около 10 % от сечения стимулированного испускания. Кроме того, поглощение ионами Nd³⁺ на верхнем лазерном уровне вызывает рост силы термолинзы примерно в два раза [3], что существенно влияет на параметры излучения. Тем не менее, Nd:YVO₄ и Nd:GdVO₄ лазеры привлекательны тем, что при ВКР-преобразовании или само-преобразовании лазерного (1342 нм) излучения в стоксово (1524 нм) излучение являются источниками безопасного для глаз излучения. Соответственно, в моделях таких лазеров необходимо корректно учитывать эти особенности.

Нами предложена модель продольно-диодно-накачиваемого импульсного твердотельного лазера с ВКР-преобразованием или само-преобразованием, учитывающая поглощение в активной среде лазерного излучения атомами-активаторами на верхнем лазерном уровне. Модель также учитывает возрастание с ростом мощности накачки абберационных потерь, вызываемые формирующейся термолинзой. Потери при включении/выключении АО модулятора считались пропорциональными интенсивности отклоненной в модуляторе волны [5]. В данной работе потери рассматриваются как непрерывные функции времени в отличие от известных моделей лазеров с активной модуляцией добротности, где потери в модуляторе считаются мгновенно исчезающими (см., например, работу [6] и ссылки в ней).

Предложенная теория применена для моделирования динамики генерации диодно-накачиваемого Nd:YVO₄ лазера с активной акусто-оптической модуляцией добротности с ВКР-само-преобразованием лазерного излучения (1342 нм) в стоксово излучение (1524 нм), исследованной в [5]. На рисунке представлены экспериментально измеренные [5] и рассчитанные зависимости энергии стоксовых импульсов от мощности

диодной накачки при частотах модуляции 2 и 8 кГц. Как видно, результаты моделирования достаточно хорошо согласуются с экспериментальными данными. Параметры выходных импульсов были также рассчитаны в рамках подходов, предложенных в [6]. Получено, что при частоте модуляции 2 кГц, когда период модуляции в несколько раз больше времени жизни верхнего лазерного уровня и запасенная инверсия в активной среде близка к максимально возможной, расчеты энергии импульсов в рамках предлагаемой модели и расчеты в рамках подходов, предложенных в [6], отличаются мало. При частоте модуляции 8 кГц, когда период модуляции и времени жизни верхнего лазерного уровня одного порядка, энергия стоксовых импульсов, рассчитанная в рамках подходов, предложенных в [6], на ≈ 5 мкДж меньше рассчитанной в рамках нашей модели. На рисунке 1 также представлены формы экспериментального и рассчитанного импульсов при частоте их следования 2 кГц. Как видно, результаты моделирования формы импульса согласуются с экспериментальными данными.

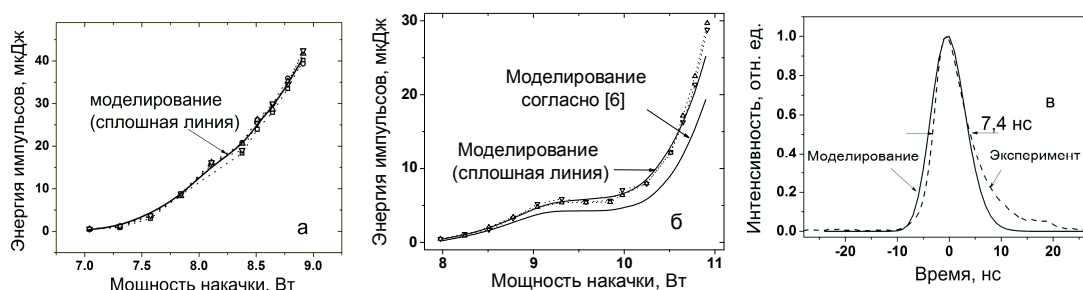


Рис. 1. Зависимость энергии стоксовых импульсов от мощности накачки при частотах следования импульсов 2 (а) и 8 (б) кГц, и форма стоксова импульса (в)

После некоторых упрощений предложенная модель пригодна для описания процессов генерации в непрерывных и импульсных лазерах с поглощением лазерного излучения атомами-активаторами на верхнем лазерном уровне.

1. de Camargo A. S. S., de Oliveira Nunes L. A., Ardila D. R., Andreeta J. P. // Optics Letters. 2004. Vol. 29, No. 1, P. 59–61.
2. Fornasiero L., Kück S., Jensen T., et al. // Appl. Phys. B. 1998. Vol. 67, P. 549–553.
3. Okida M., Itoh M., Yatagai T., et al. // Optics Express. 2005. Vol. 13, P. 4909–4915.
4. Lenhardt F., Nittmann M., Bauer T., et al. // Appl. Phys. B. 2009. Vol. 96, P. 803–807.
5. Dashkevich V. I., Shpak P. V., Voitikov S. V., et al. // Opt. Commun. 2015. Vol. 351, P. 1–8.
6. Su F., Zhang X., Wang Q., et al. // Opt. Commun. 2007. Vol. 277, P. 379–384.